

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره سه، خرداد ماه ۱۴۰۰

ارزیابی پویایی فضای سبز شهری با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهر اردبیل)

عطا غفاری گیلانده^۱

صغری پورنصرت^{۲*}

somaveh.poornosrat93@gmail.com

علی عزیزی^۳

بهرام ایمانی^۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۸

تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۲۷

چکیده

زمینه و هدف: شهرنشینی سریع و ساخت‌وسازهای بی‌رویه سرآغاز بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی در زمین و به‌ویژه در محدوده شهرها قلمداد می‌شود. امروزه نقش عملکردی و ساختاری فضاهای سبز در بهبود اکوسیستم‌های شهری مورد تأکید فراوان قرار گرفته است. از این رو با توجه به نقش فضاهای سبز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کلاس‌های کاربری اراضی در اکوسیستم شهری، مطالعه تغییرات آن گامی مهم در امر بهبود اکوسیستم‌های انسان غالب است. لذا مطالعه حاضر با هدف ارزیابی پویایی فضای سبز شهری با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهر اردبیل انجام گرفته است.

روش بررسی: در این پژوهش با استفاده از روش ترکیبی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به بررسی تغییرات زمانی- مکانی فضای سبز شهری باهدف ارزیابی شدت و الگوی تغییرات در شهر اردبیل پرداخته شده است. در راستای دستیابی به هدف یاد شده از تصاویر سنجنده های TM-1987، ETM+-2000 و OLI- 2014 مربوط به ماهواره Landsat استفاده گردید.

یافته‌ها: یافته‌ها بیانگر این واقعیت است که فضاهای سبز در شهر اردبیل طی دوره‌های موردبررسی به‌شدت روند کاهشی داشته به‌طوری‌که در ۲۷ سال اخیر حدود ۱۵۰۷ هکتار از فضاهای سبز منطقه به زیرساخت و ساز رفته‌اند و تنها حدود ۸ درصد از شهر را فضای سبز در بر گرفته است.

۱ - استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲ - دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. * (نویسنده مسوول)

۳ - استادیار مؤسسه مطالعات و مدیریت جامع و تخصصی جمعیت کشور.

۴ - دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل - ایران.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از تغییرات شدید در فضای سبز شهر اردبیل می‌باشد. از این رو به منظور جلوگیری از تخریب و از بین رفتن بیشتر فضای سبز شهری در کنار بهبود آن در این شهر بایستی سیاست‌های موجود مورد بازبینی قرار گرفته و در راستای احیای فضاهای سبز قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فضای سبز، سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای، شهر اردبیل.

Spatio-Temporal Dynamic of Urban Green Space Using Remote Sensing and Geographic Information System

(Case Study: Ardabil City)

Ata Ghaffari Gilandeh¹

Soghra Poornosrat^{2*}

somayeh.poornosrat93@gmail.com

Ali Azizi³

Bahram Imani⁴

Admission Date: September 18, 2018

Date Received: February 20, 2018

Abstract

Background and Objective: Rapid urbanization and constructions are considered as the main cause of many environmental problems on the earth, especially in urban areas. Today's, functional and structural roles of green spaces have been emphasized further in improvement of urban ecosystem. As green space is one of the most important classes of land use in urban ecosystem, studying its changes is an important step in order to improve human-dominant ecosystems.

Method: In this study, remote sensing and geographical information system were used in order to investigate spatio-temporal changes of urban green space in Ardabil city. To achieve the mentioned purpose, Landsat satellite images including TM-1987, ETM⁺-2000 and OLI- 2014 were used.

Findings: Results indicate that green spaces in Ardabil city have intensely decreased during the investigated time and in the during past 27 years about 1507 hectares of the green spaces of this region have been constructed and only 8 per cent of the city is covered by green space.

Discussion and Conclusion: Results show intensive changes in spatio-temporal green space pattern in Ardabil city. In order to prevent further destruction and elimination of urban green spaces, along with improving it in Ardabil City, the existent policies should be revised.

Keywords: Green space, Geographical Information System, Remote Sensing, Satellite Images, Ardabil City

1 -Professor, Department of Geography, University of Mohaghegh Ardabili, Iran

2 -M.A, Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabili, Iran. *(Corresponding Author)

3 -Assistant professor, National Population Studies and Comprehensive Management Institute- Tehran- Iran.

4 - Associate Professor, Department of Geography, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.

مقدمه

اساس با شناسایی روند تغییرات فضای سبز شهر اردبیل در سه دوره زمانی (۱۹۸۷-۲۰۰۰ - ۲۰۱۴) می‌توان به فرایندها و فعالیت‌های اساسی که ساختار سیستم فضای سبز شهری را در بخش وسیعی از این کلان‌شهر تحت تأثیر قرار داده‌اند، پی برد. تحقیق حاضر باهدف ارزیابی تغییرات فضای سبز شهر اردبیل صورت گرفته است. شهر اردبیل در دهه‌های اخیر به دلایلی هم چون رشد سریع جمعیت، شهرنشینی، ساخت‌وسازهای بی‌رویه و غیره موجبات آشفته‌گی شهر، آلودگی محیط‌زیست و تخریب اراضی کشاورزی را فراهم کرده است؛ بنابراین ضروری است با تدابیری طبیعت را به شهرها بازگرداند و هر چه بیشتر در حفظ و نگهداری آن‌ها کوشید؛ زیرا فضاهای سبز شهری در طولانی‌مدت به‌عنوان مهم‌ترین منابع زیست‌محیطی در یک اکوسیستم شهری شناخته می‌شوند؛ بنابراین از آنجا که شهر اردبیل شهری توریستی می‌باشد بهبود فضای سبز با بهبود کیفیت محیط‌زیست شهری، گردشگری شهری و یکپارچگی اجتماعی همراه است و این مزایا اغلب فراتر از مرزهای منطقه شهری احساس می‌گردد.

مطالعات متعددی در خصوص بررسی تغییرات کاربری اراضی شهری به‌خصوص در رابطه با فضای سبز شهری با استفاده از روش‌های سنجش از دور صورت گرفته است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است؛ فیضی زاده و همکاران (۱۳۸۷) تغییرات فضای سبز شهر تبریز را در طی یک دوره زمانی ۱۶ ساله مورد ارزیابی قرار دادند. برای انجام این پژوهش از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست و سنجنده HDR ماهواره SPOT-5 استفاده و نقشه تغییرات با اعمال طبقه‌بندی شی-گرا تهیه شد. نتایج بیانگر این است که فضای سبز شهری تبریز در طی دوره مطالعه بیش از ۴۶ درصد کاهش داشته و سرانه آن از حدود ۱۴ مترمربع در سال ۱۳۶۸ به ۷/۵ مترمربع در سال ۱۳۸۴ رسیده است (۹). اکبری و همکاران (۱۳۹۵) پایش تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی منطقه نیشابور را با استفاده از داده‌های ماهواره لندست مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از روش حداکثر احتمال نقشه کاربری اراضی را برای سال‌های ۱۹۸۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۵ تولید نمودند. نتایج

فضاهای سبز شهری نقش مهمی در عملکرد اکولوژیکی و محیط‌زیستی شهر ایفا کرده و نیز به‌عنوان عنصر کلیدی در توسعه پایدار به شمار می‌روند. تنوع و کیفیت فضاهای سبز شهری هم چون پارک‌ها، جنگل‌ها، بام‌های سبز، رودخانه‌ها و باغ‌های عمومی شدیداً با ارائه مزایایی برای رفاه مردم مرتبط هستند. خدمات اکوسیستمی پوشش گیاهی شهری دارای اثرات تنظیمی روی میکرو اقلیم شهر می‌باشد. دیگر مزایای فضاهای سبز با کاهش آلودگی صوتی، امنیت غذایی، تفریحات جسمی و آرامش روانی ساکنان همراه است (۱). در خصوص آرامش روانی، یافته‌های علمی حاکی از آن است که رنگ سبز گیاهان در شهرها رابطه مستقیمی با کاهش استرس و خشونت و افزایش سلامتی دارد (۲). اگرچه امروزه سرعت رشد شهرنشینی بیش‌ازپیش شده ولی همواره نیاز به ارتباط با طبیعت در حال افزایش می‌باشد (۳) و تغییرات پوشش گیاهی انسان‌محور، اثرات تخریبی عمیقی بر اکوسیستم‌های زمینی بر جای می‌گذارد (۴). چراکه رشد سریع جمعیت شهری، افزایش تقاضا برای منابع طبیعی را منجر شده است و این عوامل در حال تغییر شکل اکوسیستم خاکی می‌باشند. از این‌رو پوشش گیاهی از اهمیت اساسی به‌منظور کاهش اثرات زیست‌محیطی شهری برخوردار است (۵). با وجود این متأسفانه طرح‌های شهری نه‌تنها به توسعه فضای سبز کمکی نکرده است، بلکه موجب تخریب بخشی از فضای سبز طبیعی شهر نیز شده است. بر این اساس تغییر کاربری‌ها در پی فراهم‌سازی فضای موردنیاز برای اسکان جمعیت در حال رشد، تغییرات کمی فضای سبز را به همراه داشته است (۶).

تحلیل پویایی زمانی و پراکنش مکانی فضاهای سبز شهری حائز اهمیت خاصی است، زیرا در شناسایی مکان‌هایی که در گذشته فضای سبز و باز بوده‌اند، به‌منزله مکان‌هایی که دارای استعداد طبیعی برای توسعه فضاهای سبز هستند کمک می‌کند و امکان درک آثار شهرنشینی بر تخریب پوشش گیاهی و استعدادهای اکوسیستم را فراهم می‌آورد (۷). شناخت تغییرات، تحولات و وضعیت پویایی فضای سبز شهری به‌صورت کمی، اولین گام در برنامه‌ریزی فضای سبز شهری محسوب می‌شود (۸). بر این

دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهر اردبیل مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

محدوده مطالعاتی

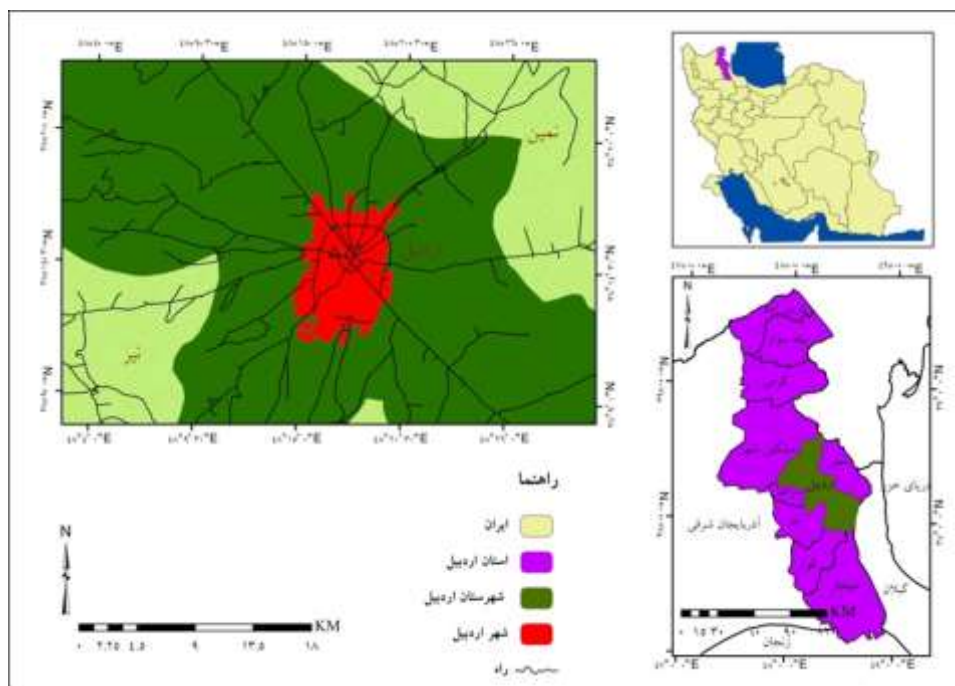
شهر اردبیل مرکز استان اردبیل می‌باشد (شکل ۱) که در بخش جنوبی حوزه قره‌سو و در میانه دشت اردبیل و در مدار ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۳۴۵ متری از سطح دریا واقع شده است (۱۴). جمعیت این شهر بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن کشور در سال ۱۳۹۰ برابر با ۴۸۵۱۵۳ نفر و نرخ رشد جمعیت شهر اردبیل در سال ۱۳۹۰ معادل با ۱/۷ درصد بوده است (۱۵).

داده‌های آب و هوایی ایستگاه اردبیل نشان می‌دهد که شهرستان اردبیل جزء ناحیه نیمه‌خشک است. از آن جا که این ناحیه حد میانی بین ناحیه خشک و ناحیه مرطوب می‌باشد، تعداد ماه‌های بی‌باران و کم باران آن کم‌تر از ناحیه خشک است. به‌واسطه کوهستانی بودن و ارتفاع زیاد، میانگین دمای آن پایین بوده و بیشتر نزولات جوی به‌صورت برف می‌باشد و روزهای یخبندان آن زیاد است (۱۶).

همچنین اراضی واقع در محدوده پیرامون شهر اردبیل تا شعاع ۵ کیلومتری آن غالباً زمین‌های زراعت آبی شامل نباتات یک‌ساله‌ای نظیر غلات، علوفه، چغندر قند و سیب‌زمینی هستند؛ به‌علاوه در بعضی از نقاط این محدوده می‌توان باغات میوه و گستره‌های درختکاری شده را نیز مشاهده نمود. در نواحی جنوب و جنوب غربی زمین‌های تحت کشت دیم غلات و در محدوده شمال شرقی آن نباتات و بوته‌هایی شور پسند که اغلب آن‌ها را اراضی چراگاهی تشکیل داده‌اند، قابل مشاهده هستند (۱۶).

حاکمی از افزایش سطح اراضی بایر و شور، گسترش باغات منطقه تحت تأثیر احداث سدهای بالادست و افزایش محدوده شهری در طی ۲۷ دوره بوده است (۱۰). بیرانوند و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات فیزیکی خرم‌آباد و فضای سبز شهری آن را مورد بررسی قرار دادند. در این رابطه از عکس‌های هوایی سال ۱۹۵۶، ۱۹۷۴ و ۱۹۹۴ و همچنین تصاویر اخذشده از ماهواره Bird Quick برای اعمال تحلیل‌ها استفاده شد. نتایج بیانگر این واقعیت بود که رشد فضای سبز خرم‌آباد متناسب با استانداردهای جهانی نیست و در مقایسه با روند توسعه فیزیکی شهر آهسته می‌باشد (۱۲). Bhaskar (۲۰۱۲) تغییرات اراضی شهری و پوشش گیاهی را در شهر پونه هند با استفاده از سنجش از دور بررسی کردند. برای این منظور از تصاویر سنجنده ETM+ لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ استفاده شد. نتایج بیانگر این واقعیت بود که مناطق ساخته‌شده شهری روند افزایشی داشته است. درحالی‌که اراضی بایر و آیش کاهش داشته است. همچنین ترکیب پوشش گیاهی (متراکم و پراکنده) نیز کاهش قابل‌ملاحظه‌ای را نشان داد (۱۱). Rawat و Kumar (۲۰۱۵) برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی از تکنیک سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در بلوک هاوال هند بهره بردند. بدین منظور از تصاویر ماهواره لندست و سنجنده TM برای یک دوره بیست ساله استفاده شد. نتایج بیانگر این مطلب بود که در طول ۲ دهه مورد بررسی، طبقه پوشش گیاهی و اراضی انسان‌ساخت افزایش داشته است. درحالی‌که اراضی کشاورزی، بایر و پهنه آبی کاهش داشته است (۱۳).

بررسی پیشینه تحقیق بیانگر قابلیت به‌کارگیری روش‌های سنجش از دور در رابطه با بررسی تغییرات فضای سبز در سطح شهر می‌باشد. از این رو در این تحقیق سعی بر آن شده تا تا پویایی فضای سبز شهری با استفاده از تکنیک سنجش از راه



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی شهر اردبیل

Figure 1. Location of the Ardabil City in Ardabil Province-Iran

روش‌شناسی تحقیق

طی سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۰۰-۲۰۱۴ شد. تصاویر یادشده از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا (USGS) دانلود شد. ویژگی‌های تصاویر مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است. همچنین شکل ۲، بیانگر مراحل انجام پژوهش می‌باشد.

از آنجایی که هدف تحقیق حاضر بررسی تغییرات زمانی و مکانی فضای سبز شهر اردبیل در سه دوره مختلف زمانی می‌باشد، از این رو در راستای هدف تحقیق ابتدا اقدام به گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای و تهیه تصاویر ماهواره‌ای لندست

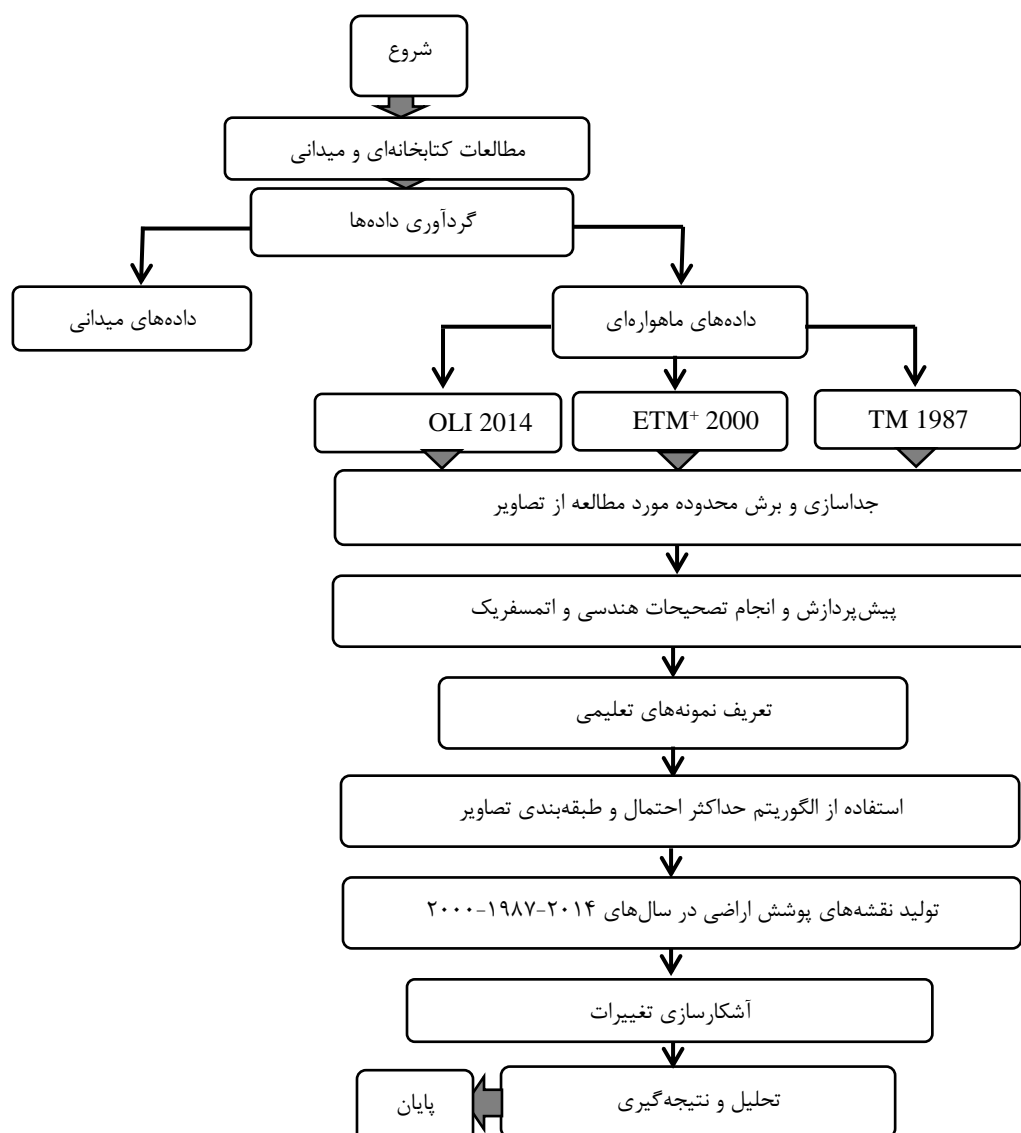
جدول ۱- ویژگی‌های تصاویر مورد استفاده

Table 1. Landsat data sources

تاریخ برداشت	سنجنده	نام ماهواره
مرداد ۱۳۶۶	TM	لندست ۵ باندهای: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷
تیرماه ۱۳۷۹	ETM ⁺	لندست ۷ باندهای: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷
تیرماه ۱۳۹۳	OLI	لندست ۸ باندهای: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷

تهیه گردید. به دلیل اینکه در اکثر مواقع وسعت تصویر ماهواره‌ای بیش از محدوده‌ای است که مدنظر می‌باشد. بعد از استک کردن تصاویر ماهواره‌ای، منطقه مورد

برای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ابتدا با استفاده از باندهای [۱-۷] به‌جز باند ۶ برای تصویر سال ۱۹۸۷ و باندهای [۱-۸] به‌جز باندهای ۶ و ۸ برای تصویر سال ۲۰۰۰ و باندهای [۱-۹] به‌جز باند ۱، ۸، ۹ برای تصویر سال ۲۰۱۴ تصویر استک شده



شکل ۲- فلوجارت فرایند انجام تحقیق

Figure 2. The research methodology as a flowchart

پردازش اولیه قرار گرفتند. بدین منظور قسمت‌های مختلف تصویر بعد از تهیه تصویر رنگی کاذب و حقیقی در قسمت‌های مختلف بزرگنمایی و از نظر داشتن خطاهای رادیومتری مانند راه‌راه شدگی و از نظر خطای اتمسفری مانند وجود پوشش ابر و گردوغبار بررسی شدند. همچنین در ادامه لایه وکتوری راه ارتباطی از منطقه مورد مطالعه بر روی تصویر رنگی کاذب هم‌پوشانی شد و انطباق هندسی دولایه بررسی شد. سپس تصاویر آماده پردازش گردیدند. به‌منظور نمایش هر چه بهتر

مطالعه از تصاویر برش داده شد. در ادامه جهت استخراج کلاس‌های کاربری اراضی مراحل پیش‌پردازش بر روی تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفت. در مرحله پیش‌پردازش، تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای مورد بررسی با استفاده از نقاط کنترل زمینی و تصحیح اتمسفری انجام پذیرفت. برای این منظور پس از نمایش تک باندها و ترکیبات مختلف رنگ بر روی صفحه‌نمایش نرم‌افزار ENVI که از قدرت بزرگنمایی بالایی هم برخوردار است، لایه‌ها به لحاظ خطاهای مذکور، مورد

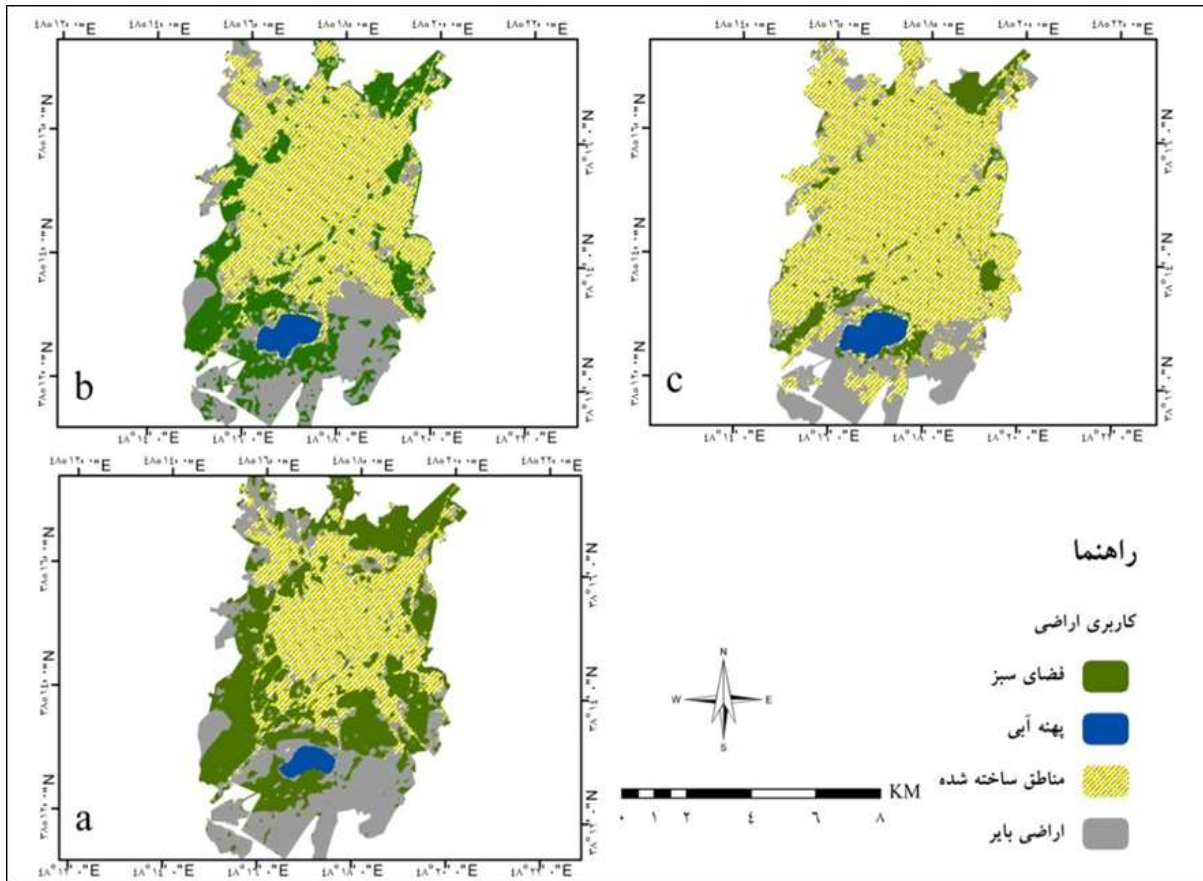
موقعیت این نقاط در تصویر طبقه‌بندی شده در محیط نرم‌افزار GIS کنترل گردید که به جز برخی پلای گن‌های بسیار ریز، ناهماهنگی قابل‌ملاحظه‌ای مشاهده نشد. روش دیگری که برای افزایش صحت طبقه‌بندی به کار رفت استفاده از GPS بود که با برداشت نقاط نمونه از مناطقی که در تشخیص آن‌ها بر روی تصویر تردید وجود داشت، صورت گرفت. برای تصاویر سال ۱۹۸۷ و ۲۰۰۰ از عکس‌های هوایی و نقشه کاربری اراضی و مقایسه آن‌ها با تصویر سال ۲۰۱۴ استفاده شد. سپس بعد از تعیین نمونه‌های کنترلی، با استفاده از این نقاط کنترلی جداول صحت کلی و ضریب کاپا محاسبه شدند. در نهایت با استفاده از محیط نرم‌افزارهای ENVI و GIS تغییرات کاربری‌ها استخراج گردید.

یافته‌های تحقیق

در شکل ۳ نقشه‌های کاربری تولیدشده در این تحقیق آورده شده است. با توجه به شکل ۳، در تصاویر ماهواره‌ای موردنظر کاربری‌ها در چهار کلاس شامل مناطق انسان‌ساخت، اراضی بایر، پوشش گیاهی و پهنه آبی طبقه‌بندی شدند. در جدول ۲ تغییرات درصد و مساحت کاربری‌ها مذکور در طی دوره‌های ۱۹۸۷ - ۲۰۰۰ - ۲۰۱۴ و نمودار مربوط (شکل ۴) به همراه جدول ۳ مربوط به روند تغییرات کلاس‌های کاربری مذکور آورده شده است. قابل ذکر می‌باشد که مناطق ساخته‌شده، تمامی مناطق انسان‌ساخت در شهر از جمله کاربری‌های تجاری، صنعتی، مسکونی و مسیر ارتباطی را شامل می‌شود. اراضی بایر شامل اراضی لم‌بزرع، خالی، صخره‌ای - سنگی و همچنین مرتع در منطقه است. همچنین پوشش گیاهی شامل اراضی تحت کشت آبی و باغ و اراضی فضای سبز در داخل شهر اردبیل است. نهایتاً پهنه آبی متعلق به دریاچه شورابیل در شهر اردبیل می‌باشد.

تصاویر و استخراج کامل تر اطلاعات در راستای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی از تصاویر ماهواره‌ای، پردازش‌هایی شامل بهبود کنتراست و تهیه تصاویر رنگی ترکیبی، بر روی باندهای اصلی تصاویر انجام شد. در مرحله بعد برای استخراج نقشه‌های کاربری اراضی از طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) استفاده گردید. در راستای طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم مذکور، برای هر کاربری بیش از ۸۰ نقطه تعلیمی انتخاب گردید. جهت تعیین نقاط تعلیمی برای تشخیص انواع کاربری‌ها بر روی تصاویر از ترکیب باندهای مختلف کاذب و حقیقی استفاده شد و با استفاده از پیمایش میدانی و استفاده از Google earth و همچنین استفاده از نقشه‌های موجود (به‌خصوص برای تصاویر قدیمی تر) و نیز سامانه موقعیت‌یاب جهانی صحت نقاط تعلیمی مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه کاربری‌ها در چهار کلاس مناطق انسان‌ساخت، اراضی بایر، پوشش گیاهی و پهنه آبی با اعمال الگوریتم حداکثر احتمال بر روی تصویر استخراج شد.

پس از پایان مرحله طبقه‌بندی تصاویر، ارزیابی صحت انجام شد. در مرحله ارزیابی صحت طبقه‌بندی، پس از انجام طبقه‌بندی برای تصویر سال ۲۰۱۴ از تصاویر Google Earth به‌عنوان نقشه واقعیت زمینی استفاده گردید. ابتدا مرز شهر اردبیل در محیط GIS به فرمت Kmz تبدیل شد تا بر روی تصویر Google Earth منطبق شود. سپس نقاطی به‌صورت تصادفی در محیط نرم‌افزار GIS برای هر کاربری ایجاد و با تبدیل فرمت در محیط نرم‌افزار Google Earth وارد شد. در مرحله بعد با بزرگ‌نمایی روی صفحه نمایشگر رایانه، قطعات نمونه که به‌صورت تصادفی انتخاب می‌شدند، مورد تفسیر قرار گرفتند. همچنین به‌منظور کنترل بیشتر، تعدادی نقطه تصادفی از هر نوع کلاس در محیط نرم‌افزار Google Earth انتخاب و مشخصات آن یادداشت شد، سپس



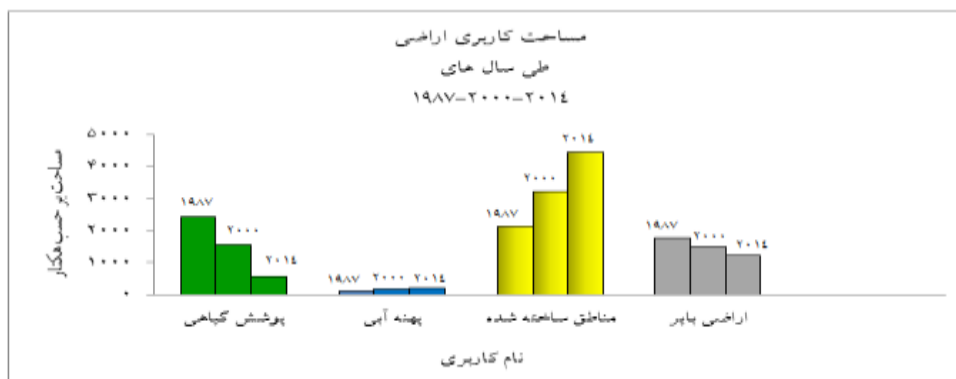
شکل ۳- نقشه‌های کاربری مستخرج: a- کاربری سال ۱۹۸۷، b- کاربری سال ۲۰۰۰، c- کاربری سال ۲۰۱۴

Figure 3. Land-use/Cover Classification Map: a 1987, b 2000, c 2014

جدول ۲- درصد و مساحت کاربری‌ها طی دوره‌های مورد مطالعه

Table 2. Area (ha) and Percentage of LULC Type during the Time Span

کاربری سال ۲۰۱۴				کاربری سال ۲۰۰۰				کاربری سال ۱۹۸۷				ردیف
اراضی بایر	مناطق ساخته‌شده	پهنه آبی	پوشش گیاهی	اراضی بایر	مناطق ساخته‌شده	پهنه آبی	پوشش گیاهی	اراضی بایر	مناطق ساخته‌شده	پهنه آبی	پوشش گیاهی	
۱۲۲۶/۵۱	۴۴۶۷/۲۴	۱۹۴/۳۶	۵۶۹/۹۲	۱۴۹۳/۰۹	۳۲۴۳/۷۹	۱۶۵/۶۰	۱۵۵۵/۵۴	۱۷۷۰/۸۵	۲۱۵۷/۹۶	۱۰۵/۴۷	۲۴۲۳/۷۴	هکتار
۱۸/۹۹	۶۹/۱۷	۳/۰۰	۸/۸۳	۲۳/۱۲	۵۰/۲۳	۲/۵۶	۲۴/۰۹	۲۷/۴۲	۳۳/۴۲	۱/۶۳	۳۷/۵۳	درصد



شکل ۴- نمودار مساحت طبقات کاربری اراضی طی سال های مورد بررسی برحسب هکتار

Figure 4. Areas of LULCs classes (ha)

کاهشی داشته است و این روند تا سال ۲۰۱۴ نیز ادامه پیدا کرده است و روند کاهشی پوشش گیاهی به وضوح قابل مشاهده است. برعکس، کاربری مناطق ساخته شده از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ روند افزایشی داشته است و در سال ۲۰۱۴ نیز هم چنان روند افزایشی خود را حفظ کرده است. به طوری که این گسترش با حذف اراضی بایر و پوشش گیاهی در محدوده مورد مطالعه بوده است. در پی گسترش مناطق انسان ساخت تبعاً اراضی بایر از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۴ روند کاهشی را داشته است. این در صورتی است که کاربری پهنه آبی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۴ روند افزایشی داشته است.

نتایج به دست آمده در جدول ۲ نشان می دهد که فضای سبز از ۲۴۲۳ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۵۶۹ هکتار در سال ۲۰۱۴ رسیده است. به عبارتی از ۳۷ درصد در سال ۱۹۸۷ به حدود ۹ درصد در سال ۲۰۱۴ رسیده است که رقم بسیار پایینی است. این در حالی است که اراضی انسان ساخت با بلعیدن اراضی فضای سبز و بایر از ۲۱۵۷ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۴۴۶۷ درصد رسیده و حدود ۶۹ درصد از شهر اردبیل را در بر گرفته است. روند افزایشی در دریاچه شورابیل نیز طی دوره های مورد بررسی قابل مشاهده است. همچنین در جدول ۳ مشخص است که کاربری پوشش گیاهی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰؛ روند

جدول ۳- روند تغییرات کاربری اراضی در طی سه دوره ۱۹۸۷-۲۰۰۰-۲۰۱۴ برحسب هکتار

Table 3. Trends of LULCs Type Changes during the Time Span (ha)

تغییرات کاربری سال ۱۹۸۷-۲۰۱۴			تغییرات کاربری سال ۲۰۰۰-۲۰۱۴				تغییرات کاربری سال ۱۹۸۷-۲۰۰۰				ردیف	
اراضی بایر	مناطق ساخته شده	پهنه آبی	پوشش گیاهی	اراضی بایر	مناطق ساخته شده	پهنه آبی	پوشش گیاهی	اراضی بایر	مناطق ساخته شده	پهنه آبی		پوشش گیاهی
۵۴۴/۳۴	۲۳۰۹/۲۸	۸۸/۸۹	۱۸۵۳/۸۲	۲۲۶/۵۸	۱۲۲۳/۴۵	۲۸/۷۶	۹۸۵/۶۲	۲۷۷/۷۶	۱۰۸۵/۸۳	۶۰/۱۳	۸۶۸/۲	هکتار
کاهشی	افزایشی	افزایشی	کاهشی	کاهشی	افزایشی	افزایشی	کاهشی	کاهشی	افزایشی	افزایشی	کاهشی	روند

بازه زمانی ۱۹۸۷-۲۰۰۰، ۲۰۰۰-۲۰۱۴، ۱۹۸۷-۲۰۱۴، ۲۰۰۰-۲۰۱۴، ۱۹۸۷-۲۰۱۴ بازه زمانی ۲۰۰۰-۱۹۸۷ بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل کاربری پوشش گیاهی به مناطق ساخته شده با میزان ۸۰۹/۹۸ هکتار است.

شناخت تغییر در کاربری های مورد مطالعه هر چند بسیار ارزشمند می باشد، لیکن شناسایی این امر که تغییر از کدام کاربری به کاربری دیگری است، ارزش آن را دو چندان می کند. در جدول ۴ مساحت هر یک از تبدیل های کاربری اراضی در

سپس تبدیل پوشش گیاهی به اراضی بایر با میزان ۴۳۴/۵۳ هکتار در ردیف بعدی و تبدیل اراضی بایر به مناطق ساخته شده هکتار در ردیف سوم قرار دارند که روی هم رفته سه مورد از بیشترین تغییرات را شامل می‌شوند.

جدول ۴- تبدیلات کاربری در بازه مورد مطالعه (هکتار)

Table 4. LULCs Changes during the Time Span (ha)

۱۹۸۷-۲۰۱۴	۲۰۰۰-۲۰۱۴	۱۹۸۷-۲۰۰۰	تغییرات مساحت (هکتار)		رتبه
			از	به	
۲۰۹۱/۰۰	۳۱۱۴/۰۷	۲۰۳۰/۵۳	مناطق ساخته شده	مناطق ساخته شده	۱
۱۵۰۷/۶۹	۷۶۹/۱۲	۱۱۲۹/۱۶	پوشش گیاهی	پوشش گیاهی	۲
۸۶۸/۴۸	۶۷۴/۹۵	۱۰۱۹/۳۱	اراضی بایر	اراضی بایر	۳
۸۱۴/۳۸	۵۸۴/۰۰	۸۰۹/۹۸	مناطق ساخته شده	پوشش گیاهی	۴
۴۶۳/۸۵	۴۹۰/۱۷	۴۳۴/۵۳	اراضی بایر	پوشش گیاهی	۵
۳۸۳/۱۳	۴۷۷/۷۴	۴۰۱/۷۲	مناطق ساخته شده	اراضی بایر	۶
۱۰۵/۴۲	۱۶۵/۵۵	۳۳۹/۲۴	پوشش گیاهی	اراضی بایر	۷
۷۰/۲۶	۶۱/۳۹	۱۰۳/۹۱	پهنه آبی	پهنه آبی	۸
۶۹/۰۶	۵۳/۷۱	۸۷/۱۴	پوشش گیاهی	مناطق ساخته شده	۹
۳۵/۸۱	۳۸/۴۷	۵۰/۰۸	پهنه آبی	پوشش گیاهی	۱۰
۲۹/۰۰	۱۴/۶۲	۳۹/۲۵	اراضی بایر	مناطق ساخته شده	۱۱
۱۷/۷۳	۱۰/۵۴	۱/۰۵	پهنه آبی	اراضی بایر	۱۲
۲/۱۴	۳/۶۳	۱/۵۶	مناطق ساخته شده	پهنه آبی	۱۳
۰/۰۵	۰/۰۵	۱/۰۴	پهنه آبی	مناطق ساخته شده	۱۴

دقت طبقه‌بندی هر برای هر سه تصویر با صحت کلی به ترتیب ۸۹,۱ - ۸۸,۱ درصد و ضریب کاپا به ترتیب ۸۹,۱ - ۸۷,۵ درصد به ترتیب برای سال‌های ۲۰۱۴، ۲۰۰۰ و ۱۹۸۷ محاسبه شد. همان‌طور که مشخص است به ترتیب نقشه سال ۲۰۱۴، ۲۰۰۰ و ۱۹۸۷ از بیشترین دقت در هر دو مورد برخوردارند و صحت هر سه نقشه طبقه‌بندی شده در بازه خوبی قرار دارد.

نتیجه‌گیری

در گذشته نقش غالب فضاهای سبز به زیباسازی و ظاهرسازی محیط مصنوعی و بهبود کیفیت بصری شهر محدود می‌شد، ولی اخیراً برنامه ریزان و مدیران دریافته‌اند که نقش گیاهان در

در بازه زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۰ بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل کاربری اراضی بایر به مناطق ساخته شده با میزان ۷۶۹/۱۲ هکتار است. سپس تبدیل پوشش گیاهی به مناطق ساخته شده با میزان ۵۸۴ هکتار و در مرحله بعد تبدیل پوشش گیاهی به اراضی بایر با میزان ۴۹۰/۱۷ هکتار قرار دارد. با توجه به مساحت هر یک از تبدیلهای کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۴ بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل کاربری پوشش گیاهی به مناطق ساخته شده با میزان ۱۵۰۷/۶۹ هکتار است. تبدیل اراضی بایر به مناطق ساخته شده با میزان ۸۶۸/۴۸ هکتار و تبدیل پوشش گیاهی به اراضی بایر با میزان ۳۸۳/۱۳ هکتار، در ردیف‌های بعدی جای دارند.

۶۹/۱۷ درصد در سال ۲۰۱۴ رسیده است. اثرات این تغییرات می‌تواند موجب زوال زمین، کاهش کیفیت آب، از دست رفتن فضاهای سبز، تغییر هیدرولوژی شهر و آلودگی هوا گردد و عملکرد اکوسیستم شهر را در مقیاس محلی و جهانی تحت تأثیر قرار داده و ارائه خدمات زیست‌محیطی را مختل کند. چنین وضعیتی برای شهری چون اردبیل که دارای پتانسیل‌های گردشگری بی‌نظیری است، ناخوشایند می‌باشد. لذا وجود مدیریت و برنامه‌های مرتبط با فضاهای سبز شهری متناسب با حجم تغییرات جمعیتی و گسترش فیزیکی شهر می‌تواند راهگشا باشد.

به‌طور کلی نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات تولایی و حاجی نوروزی (۱۹)، شتایی و عبدی (۲۰)، اکبری و همکاران، (۱۰) Bhaskar (۱۱) و Rawat & Kumar (۱۳) همخوانی دارد. پژوهش حاضر نیز در راستای تحقیقات قبلی، ارزیابی و آشکارسازی تغییرات فضای سبز را در شهر اردبیل هدف قرار داد و به دلیل قابل دسترس بودن داده‌های ماهواره لندست در بازه‌های زمانی مختلف، این پژوهش از اطلاعات این ماهواره بهره برد.

تشکر و قدردانی

از شهرداری شهر اردبیل به خاطر حمایت مالی در انجام تحقیق و همچنین در اختیار گذاشتن اطلاعات پایه مورد نیاز این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

1. Konstantin, R., Monika, K., 2016. Mapping of Urban Green Spaces Using Sentinel-2A Data: Methodical Aspects, 6th International Conference on cartography and GIS, Bulgaria, p 652.
2. Bertram, C., Rehdanz, K., 2015. Analysis the role of urban green space for human well-being, P 140.
3. Miller, R. W., 1997. urban forestry: planning and managing urban

شهرها به مراتب بیشتر از یک عنصر تزئینی می‌باشد. به‌طوری‌که اینک نقش گیاهان در سلامت زیست‌محیطی شهر پررنگ‌تر از نقش آن در محیط بصری است (۱۷) و فضای سبز به‌عنوان یکی از اجزای مهم محیط‌زیست شهری نقش مهمی را در کاهش آسیب‌پذیری در برابر خطرات و تهدیدهایی که زندگی صنعتی ایجاد کرده است ایفا می‌کند (۶). امروزه بزرگ‌ترین علل تغییرات جهانی فضای سبز، زوال و کاهش پوشش گیاهی می‌باشد. داده‌های سری زمانی لندست برای ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی پوشش گیاهی شهری در مقیاس‌های منطقه‌ای می‌تواند اطلاعات حیاتی برای برنامه ریزان شهری و مطالعات انسانی در سطح جهانی فراهم کند. چراکه تجزیه و تحلیل الگوی مکانی می‌تواند تأثیر انسان را در استفاده از زمین نشان داده و اطلاعات لازم را برای هدایت این تغییرات به شیوه‌ای خردمندانه و سازگار با محیط‌زیست ارائه دهد (۱۸). این مطالعه اهمیت سنجش‌ازدور و تصاویر ماهواره‌ای را به‌عنوان ابزاری جهت ارائه اطلاعات برای برنامه‌ریزی فیزیکی، اجتماعی و زیست‌محیطی در راستای رسیدن به شهری با پایداری اجتماعی و زیست‌محیطی را در محیط‌های شهری در حال تغییر نشان می‌دهد. از این‌رو بر استخراج کاربری‌های شهری به‌ویژه فضای سبز با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست تأکید دارد. نتایج بررسی تغییرات کاربری در طی دوره‌های مذکور نشان از کاهش اراضی فضای سبز در شهر اردبیل دارد. این میزان کاهش، بسیار قابل محسوس است و طی سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ به ترتیب ۳۷/۵۳، ۲۴/۰۹ و ۸/۸۳ درصد می‌باشد که روند کاهشی را در مساحت فضای سبز نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که ادامه این روند تهدیدی جدی برای شهر خواهد بود چراکه در ۲۷ سال اخیر حدود ۱۵۰۷ هکتار از فضاهای سبز منطقه به زیرساخت و ساز رفته است. همچنین نکته‌ای که وجود دارد این است که قسمت‌هایی از شهر که دارای وسعت فضای سبز پایین بوده سریع‌تر دچار تغییر گشته‌اند. چرا که توانایی مقابله با ساخت‌وسازهای شهری، شرایط جوی نامناسب و آلودگی و غیره را نداشته و از بین رفته‌اند. در مقابل مناطق انسان‌ساخت گسترش چشمگیری را نشان می‌دهند. به‌طوری‌که از ۳۳/۴۲ درصد در سال ۱۹۸۷ به

10. Akbari, E., Zangane asadi, M., Taghavi, E., 2016. Land use and land cover Change detection in Neyshabour using Different methods of statistical training theory. *Geographical Planning of Space*, Vol. 6(20), pp. 35-50. (In Persian)
11. Bhaskar, P., 2012. Urbanization And Changing Green Spaces in Indian Cities (Case Study – City of Pune), *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2 (2), pp.148- 156.
12. Beiranvand, A., EslamBonyad, A., Soosani, J., 2013. Evaluation of Khorramabad's physical changes and Its green space using remote sensing data, *European Journal of Experimental Biology*,3(3), pp 431-438.
13. Rawat, j.s., Kumar, M., 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18, pp77–84.
14. Tarhe Kavosh, Consulting Eng. Co. 2011. Ardabil City Master Plan, Ministry of Roads and Urban Development. Iran. Volume II. (In Persian)
15. Azizi, A., Ghorbani, A., Malekmohammadi, B., & Jafari, H. R., 2017. Government management and overexploitation of groundwater resources: absence of local community initiatives in Ardabil plain-Iran. *Journal of environmental planning and management*, Vol. 60(10), pp. 1785-1808.
- Greenspace -2nd Editio, upper saddle river Nj, prentce Hall, Inc, P 53
4. Chen, Y., Li, X., Liu, X., Ai, B., 2017. Analyzing land-cover change and corresponding impacts on carbon budget in a fast developing sub-tropical region by integrating MODIS and Landsat TM/ETM images, *Applied Geography*, 9(164), p10.
5. Lu, Y., Coops, NC., Hermosilla, T., 2017. Estimating Urban Vegetation Fraction across 25 Cities in pan-pacific Using Landsat Time Series Data, *ISPRS Journal of photogrammetry and Remote Sensing*126, p 21.
6. Seyed Ali, J., Nikourazm, Y., 2015. Studying of quantitative & qualitative changes of green space by Markov and NDVI index (case study: District of 18, 19 & 21 of Tehran Municipality of), *Biannual Journal of Urban Ecology Researches*, Vol. 6 (11), pp. 59-78. (In Persian)
7. Parivar, P., Yavri, Ahmadreza., Setudeh, Ahad., 2008. A Landscape – Based Analysis of Spatial Distribution and Dynamics of Tehran Urban Green Spaces. *Journal of Environmental Studies*, Vol. 34(45), pp. 73-84. (In Persian)
8. Hashemi, S, E., Kafi, M., Hashemi, S, M., Khansefid, M., 2009. Urban Green Space Change Process Analysis Case Study: Region Two of Tehran Municipality. *Environmental Sciences*, Vol. 6(3), pp. 73-86. (In Persian)
9. Fazizadeh, B., Jafari, F., Nazmfar, H., 2008. Application of Remote Sensing Data in Change Detection of Urban Land Uses in Tabirz city. *Honar-ha-ye Ziba*, Vol. 34(0), pp. 17-24. (In Persian)

- Observation and Geoinformation 11, p431.
19. Tavallai, Simin., Hajinoorosi, N., 2006. Production of Land Use Map Using RS and GIS A Case Study: Pakdasht. Journal of Geographical Sciences, Vol. 5 (6-7), pp. 29 -42. (In Persian)
20. Shataee, Sh., Abdi, O., 2007. Land Cover Mapping in Mountainous Lands of Zagros Using ETM+ Data Case Study: Sorkhab Watershed, Lorestan Province. J. Agric. Sci. Natur. Resour, Vol. 14(1), pp. 1-10. (In Persian)
16. Tarhe Kavosh, Consulting Eng. Co. 2011. Ardabil City Master Plan, Ministry of Roads and Urban Development. Iran. Volume I. (In Persian)
17. Beer, A., Higgins, C., 2004. Environmental Planning for Site Development: A manual for sustainable local planning and design. Routledge.
18. Rafiee, R., Salman Mahiny, A., Khorasani, N., 2009. Assessment of changes in urban green spaces of Mashad city using satellite data, International Journal of Applied Earth